

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/014632

International filing date: 22 December 2004 (22.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 004 098.2

Filing date: 27 January 2004 (27.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 February 2005 (03.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 10 2004 004 098.2**Anmeldetag:** 27. Januar 2004**Anmelder/Inhaber:** Wagner Alarm- und Sicherheitssysteme GmbH,
30853 Langenhagen/DE**Bezeichnung:** Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals
und Streulichtdetektor zur Durchführung des
Verfahrens**IPC:** G 01 N 21/53**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 18. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt**Der Präsident**
Im Auftrag
Schäfer

MEISSNER, BOLTE & PARTNER GBR

Postfach 860624
81633 München

WAGNER Alarm- und Sicherungssysteme
GmbH
Schleswigstraße 5
30853 Langenhagen
Deutschland

27. Januar 2004
M/WAS-088-DE
MB/RU/KY/cs2

"Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals und Streulichtdetektor zur Durchführung des Verfahrens"

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals, welches von einem Streulichtempfänger beim Detektieren von insbesondere feinen Partikeln in einem Trägermedium erzeugt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Streulichtsignal wahlweise oder nacheinander in beliebiger Reihenfolge eine Kalibrierstufe, eine Driftkompensationsstufe, eine Temperaturkompensationsstufe, eine Sensibilitätseinstellungsstufe oder eine Filteralgorithmusstufe durchläuft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, mit einem Integrationsverstärker als Streulichtsignalverstärker,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Kalibrierstufe die Integrationszeit des Integrationsverstärkers so eingestellt wird, dass das Streulichtsignal einem Referenzsignal eines Referenzmeters entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Sensibilitätseinstellungsstufe die Sensibilität des Streulichtempfängers (13) durch Änderung der Impulsbreite des Treiberstroms einer dem Streulichtempfänger (13) zugeordneten Lichtquelle (9) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
in der Sensibilitätseinstellungsstufe die Sensibilität des Streulichtempfängers
durch Änderung der Integrationszeit eines als Streulichtsignalverstärker fun-
gierenden Integrationsverstärkers erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Änderung der Integrationszeit stufenweise oder stufenlos erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Änderung der Impulsbreite stufenweise oder stufenlos erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
in der Temperaturkompensationsstufe ein im Strömungspfad (7) des Träger-
mediums angeordneter Temperatursensor (23) zur Temperaturkompensation
des Streulichtsignals verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Temperaturkompensation durch Änderung der Impulsbreite des Treiber-
stroms einer dem Streulichtempfänger (13) zugeordneten Lichtquelle (9) er-
folgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Streulichtsignal vor dem Vergleich mit voreingestellten Schwellwerten in
Abhängigkeit seiner Steilheit unterschiedlich gefiltert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass
das Streulichtsignal tiefpass-gefiltert wird, wenn dessen Steilheit einen vordefinierten Schwellwert überschreitet.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Driftkompensationsstufe über einen längeren Zeitraum ein Kammerwert
zur Bildung eines nachgeführten Kammerwertes gemittelt wird.
- 10 12. Streulichtdetektor zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche
1 bis 10, mit einem Gehäuse (1), mit einer Einlassöffnung (3) und einer Aus-
lassöffnung (5) in dem Gehäuse (1), zwischen denen das Trägermedium das
Gehäuse (1) auf einem Strömungspfad (7) durchströmt, mit einer Lichtquelle
(9), die Licht auf ein auf dem Strömungspfad (7) liegendes Streulichtzentrum
(11) richtet, mit einem Streulichtempfänger (13) für einen Teil des im Streu-
lichtzentrum (11) an Partikeln gestreuten Lichts, und mit einem Streulichtsig-
nalverstärker (17) zum Verstärken des Streulichtsignals,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Streulichtsignalverstärker (17) als Integrationsverstärker ausgebildet ist.
- 20 13. Streulichtdetektor nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
Schaltmittel (19, 21) zum Einstellen der Sensibilität des Streulichtempfängers
(13) vorgesehen sind.
- 25 14. Streulichtdetektor nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Kommunikationsschnittstelle, insbesondere zu einem PC oder einem Netz-
werk, vorgesehen ist.
- 30 15. Streulichtdetektor nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass

ein Schalteingang zum Umschalten der Sensibilität des Streulichtempfängers (13) vorgesehen ist.

16. Streulichtdetektor nach einem der Ansprüche 12 bis 15,

5 gekennzeichnet durch

einen Temperatursensor (23) im Strömungspfad (7) des Trägermediums.

17. Streulichtdetektor nach einem der Ansprüche 12 bis 16,

10 gekennzeichnet durch

einen im Strömungspfad (7) des Trägermediums angeordneten Strömungsmesser (25).

- 15 18. Streulichtdetektor nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Strömungsmesser (25) aus einem thermoelektrischen Luftstromsensor und einem thermoelektrischen Temperatursensor besteht

MEISSNER, BOLTE & PARTNER GBR
Postfach 860624
81633 München

WAGNER Alarm- und Sicherungssysteme
GmbH
Schleswigstraße 5
30853 Langenhagen
Deutschland

27. Januar 2004
M/WAS-088-DE
MB/RU/KY/cs2

"Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals und Streulichtdetektor zur Durchführung des Verfahrens"

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals, welches von einem Streulichtempfänger beim Detektieren von insbesondere feinen Partikeln in einem Trägermedium erzeugt wird.

- 5 Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Streulichtdetektor zur Durchführung oben genannten Verfahrens mit einem Gehäuse, einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung in dem Gehäuse, zwischen denen das Trägermedium das Gehäuse auf einem Strömungspfad durchströmt, mit einer Lichtquelle, die Licht auf ein auf dem Strömungspfad liegendes Streulichtzentrum richtet, mit einem Streulichtempfänger für einen Teil des im Streulichtzentrum an Partikeln gestreuten Lichts, und mit einem Streulichtsignalverstärker zum Verstärken des Streulichtsignals.

Derartige Verfahren und Vorrichtungen zur Auswertung eines Streulichtsignals sind bekannt und finden insbesondere bei Streulichtdetektoren in aspirativen Brandmeldeanlagen ihre Anwendung. Diese dienen dem Detektieren von Feststoff- oder Flüssigkeitspartikeln, wobei das Trägermedium aus einer repräsentativen Teilmenge der Raumluft eines zu überwachenden Raumes oder der Gerätekühlluft eines zu überwachenden Gerätes besteht. Bei einer aspirativen Brandmeldeanlage wird diese repräsentative Luftmenge aktiv mittels eines Lüfters angesaugt und in die Einlassöffnung des Streulichtdetektors eingespeist. Bei zu überwachenden Geräten oder Klimakanäle wie beispielsweise EDV Anlagen oder ähnlichen elektronischen Einrichtungen, wie Mess-, Steuer-, und Regelanlagen, ist es grundsätzlich auch möglich, die Eigen-

strömung der Gerätekühlluft dazu zu verwenden, eine repräsentative Teilmenge der Gerätekühlluft als Trägermedium in die Einlassöffnung des Streulichtdetektors einzuspeisen. In diesem Fall ist kein aktiv ansaugender Lüfter nötig.

- 5 Ein Streulichtdetektor der eingangs genannten Art arbeitet dabei üblicherweise folgendermaßen:

Während das Trägermedium das Streulichtzentrum auf seinem Strömungspfad durch das Gehäuse des Streulichtdetektors durchströmt, durchquert das Licht der Lichtquelle das Streulichtzentrum und somit das dort durchströmende Trägermedium und wird, sofern es nicht an Partikeln in dem Trägermedium gestreut wird, in einer gegenüberliegenden Lichtfalle absorbiert. Das ist der normale und vorwiegend vorliegende Betriebszustand. Trifft der Lichtstrahl der Lichtquelle auf ein Partikel, beispielsweise ein Rauchpartikel oder ein Rauchaerosol, welches einen ersten Hinweis auf einen Entstehungsbrand liefert, lenkt dieses Partikel einen Bruchteil des Lichts als Streulicht aus seiner ursprünglichen Richtung ab. Dieses Streulicht wird dann durch einen höchst lichtempfindlichen Empfänger, den sogenannten Streulichtempfänger, aufgenommen und mittels einer nachfolgenden Auswertschaltung in seiner Intensität gemessen. Ist ein gewisser Schwellwert der Lichtintensität überschritten, wird ein Alarm ausgelöst.

20 Damit ein derartiges optisches System fehlerfrei und hochempfindlich arbeitet, ist sowohl eine genaue Adaption an Umgebungsvariablen, Ausführungsbesonderheiten als auch eine adäquate Signalauswertung nötig. So muss beispielsweise je nach Einbauort des Streulichtempfängers die Sensibilität des Detektors verändert werden. So ist in Reinräumen, wie sie beispielsweise bei der Chipherstellung zu finden sind, eine sehr viel höhere Sensibilitätseinstellung des Detektors nötig als in Büroräumen, da hier schon die Existenz von geringsten Mengen an in der Luft enthaltenen Rauchpartikeln und Schwebeteilchen einen Alarm auslösen muss.

30 Da im die von der Lichtquelle des Detektors abgestrahlte Lichtintensität in direktem Zusammenhang mit der Temperatur steht, ist es ebenfalls nötig, den Detektor mit einer Temperaturüberwachung auszubilden. Es ist vielmehr theoretisch nötig, bei steigender Temperatur die Lichtleistung der Lichtquelle, beispielsweise durch Erhö-

hung des Betriebsstroms, zu erhöhen. Neben den hohen Energiekosten führt dies allerdings gerade bei Laser Dioden zu einer unproportionalen Verkürzung der Lebensdauer. Auch wenn der maximale Betriebsstrom einer LD nicht erreicht ist, verringert der Betrieb an der maximalen Stromobergrenze deren Lebensdauer immens.

- 5 Generell macht die Ausbildung von hochempfindlichen optischen Streulichtdetektoren eine präzise und adaptierte Signalauswertung nötig.

Aus dem Stand der Technik ist diesbezüglich die Druckschrift EP 0 733 894 B1 bekannt, die sich mit der Temperaturadaption eines fotoelektrischen Sensors zur Detektion von Feinstpartikeln, wie beispielsweise Rauch oder Staub in der Luft, befasst.

10 Dieser Detektor weist dabei eine Lichtquelle und ein Lichtempfangsmittel auf, dass eine Sensorausgabe auf die Feststellung einer Lichtstreuung hin erzeugt. Diese wird durch die Gegenwart von Feinstpartikeln in dem von der Lichtquelle abgestrahlten Licht hervorgerufen. Der Detektor weist dabei ein Steuerungsmittel auf, dass die

- 15 Menge des von der Lichtquelle abgestrahlten Lichts auf Basis eines Temperaturmesswertes steuert. Die Lichtquelle ist dabei gepulst geschaltet. Überschreitet deren Temperatur einen bestimmten Schwellenwert, verändert das Steuerungsmittel die Zeitspanne zwischen den einzelnen Lichtimpulsen. Dadurch wird eine verstärkte Abkühlung der Lichtquelle ermöglicht. Diese Regelungsschleife wird so lange ausgeführt, bis 20 ein oberster Schwellenwert überschritten wird, wobei dann ein Alarmsignal ausgelöst wird, da entweder eine Fehlfunktion des Detektors oder der Temperaturanstieg auf den Anstieg der Umgebungstemperatur in Folge eines Brandes zurückzuführen ist.

25 Der Nachteil dieser Vorrichtung liegt allerdings darin, dass durch die Vergrößerung des Abstandes zwischen den jeweiligen Lichtimpulsen, der Todbereich des Detektors vergrößert wird. Dies geht zu Lasten der Genauigkeit. Zwar löst diese Vorrichtung im wesentlichen das Problem der Abhängigkeit zwischen Temperatur und Leistung der Lichtquelle, sie zeigt aber keine Möglichkeit der Änderung der Sensibilität des Detektors entgegenzuwirken, den Detektor zu Kalibrieren oder das erhaltene Streulichtsignal gemäß bestimmter Vorgaben auszuwerten.

Die Kalibrierung eines handelsüblichen Streulichtdetektors erfolgt üblicherweise mittels eines Referenzsignals. Zur sachgerechten Projektierung und Überprüfung sowie

zur Demonstration von Brandmeldesystemen ist es bekannt, mit einem Verfahren zum Erzeugen von Rauchaerosolen, bei dem ein Prüfling durch Erwärmung pyrolysiert wird, Rauchversuche durchzuführen. Diese Versuche dienen dabei unter anderem der Feststellung, wo die Detektoren in einer elektronischen Anlage oder einem Raum anzustellen sind. Um dabei eine möglichst realistische Überprüfung zu ermöglichen, werden Verfahren zum Erzeugen von Rauchaerosolen verwendet, mit deren Hilfe ein Referenzwert für eine Rauchentwicklung erzeugt werden kann, um daran die Rauchdetektoren zu überprüfen bzw. zu kalibrieren.

Die deutsche Patentschrift DE 4 329 847 C1 beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen von Rauchaerosolen zur sachgerechten Projektierung und Überprüfung sowie zur Demonstration der Effektivität von Brandmeldesystemen sowie ein Pyrolysegerät zur Durchführung dieses Verfahrens. Bei dem Verfahren wird ein Prüfling, beispielsweise ein elektrisches Kabel oder dergleichen über eine definierte Zeitspanne auf einer konstanten oder nahezu konstanten Temperatur gehalten. Die Vorrichtung und das damit verbundene Verfahren arbeitet dabei in der sogenannten Pyrolysephase, in der energiearme und unsichtbare Rauchaerosole freigesetzt werden. Der Detektionsbereich von moderneren Brandfrüherkennungssystemen ist in dieser ersten Phase eines entstehenden Brandes angeordnet. Je nach Anforderungen an die Detektionsgenauigkeit muss es dann u.a. möglich sein, eine auf dieses Referenzsignal bezogene Adaption des Streulichtdetektors vorzunehmen.

Auf Grund der oben genannten Punkte stellt sich vorliegende Erfindung die Aufgabe ein Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals derart weiter zu entwickeln, dass es effektiver, vielseitiger und genauer ist. Darüber hinaus stellt sich die Erfindung die Aufgabe einen Streulichtdetektor zur Durchführung des oben genannten Verfahren zu stellen, dessen Funktionsweise in Bezug auf die aus dem Stand der Technik bekannten Streulichtdetektoren genauer, vielseitiger, weniger fehleranfällig und preiswerter ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Patentanspruch 1 bzw. durch eine Vorrichtung nach Patentanspruch 12 gelöst. Insbesondere wird diese Aufgabe also durch ein Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals, welches von einem Streulicht-

empfänger beim Detektieren von insbesondere feinen Partikeln in einem Trägermedium erzeugt wird, gelöst, wobei das Streulichtsignal wahlweise oder nacheinander in beliebiger Reihenfolge eine Kalibrierungsstufe, eine Driftkompensationsstufe, eine Temperaturkompensationsstufe, eine Sensibilitätseinstellungsstufe oder eine Filteralgorithmusstufe durchläuft.

5

Insbesondere wird diese Aufgabe auch durch einen Streulichtdetektor gelöst, der aufweist: ein Gehäuse, mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung in dem Gehäuse, zwischen denen das Trägermedium das Gehäuse auf einem Strömungspfad durchströmt, mit einer Lichtquelle, die Licht auf ein auf dem Strömungspfad liegendes Streulichtzentrum richtet, mit einem Streulichtempfänger für einen Teil des im Streulichtzentrum an Partikeln gestreuten Lichts, und mit einem Streulichtsignalverstärker zum Verstärken des Streulichtsignals, wobei der Streulichtverstärker als Integrationsverstärker ausgebildet ist.

10

Ein wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin, dass durch das Durchlaufen der verschiedenen Kalibrierungs- und Kompensationsstufen eine genaue Anpassung des Streulichtsignals möglich ist. Je nach Erfordernissen der Streulichtsignaldetektion, der Genauigkeit und der vorliegenden Umgebungsvariablen ist es also möglich, den Streulichtdetektor derart zu adaptieren, dass eine genaue und fehlerfreie Streulichtdetektion möglich ist.

20

In den einzelnen der oben genannten Stufen werden dabei folgende Anpassung durchgeführt:

25

In der Kalibrierungsstufe wird der Streulichtdetektor anhand eines Referenzsignals geeicht. Eine Kalibrierung ist erforderlich, weil durch Bauteiltoleranzen der optischen, elektronischen und mechanischen Bauteile die Streulichtdetektoren bei gleichem Referenzrauch unterschiedliche Streulichtsignale liefern. Die Kalibrierung wird vorzugsweise in der Fertigungsstätte durchgeführt.

30

In der Driftkompensationsstufe erfolgt eine Anpassung an die jeweiligen Umgebungsbedingungen, da je nach Einbauort das Trägermedium unter Normalbetrieb einen an-

6

deren „Grundverschmutzungsgrad“ aufweisen kann. Diese Anpassung erfolgt über einen längeren Zeitraum, dass heisst meist ein oder mehrere Tage. Die Mittelung des Kammerwertes zu einem nachgeführten Kammerwert, wobei der Kammerwert das Streulichtsignal ist, das vom Streulichtdetektor empfangen wird, wenn kein Rauch oder Rauchaerosol im Streulichtzentrum vorhanden ist, verbessert dabei die Genauigkeit des Streulichtdetektors, da dessen Sensibilitätseinstellung unter Berücksichtigung dieses Mittelwertes erfolgen kann.

Die Temperaturkompensationsstufe dient der Adaption des Streulichtdetektors auf das Abhängigkeitsverhältnis Temperatur und Lichtabstrahlleistung. Hier wird der Tatsache Rechnung getragen, das bei steigender Temperatur die tatsächlich von einer Lichtquelle emittierte Lichtleistung abnimmt und umgekehrt.

Die Sensibilitätseinstellungsstufe ermöglicht die Anpassung des Streulichtdetektors an geforderte Sensibilitätsstufen, wie sie je nach Anwendungsgebiet des Detektors erforderlich sind.

Die Filteralgorithmusstufe schließlich ermöglicht die Analyse eines Streulichtsignals in Abhängigkeit bestimmter Filteralgorithmen, um eine sichere und fehlerfreie Alarmausgabe zu gewährleisten.

Eine derartige Kombination unterschiedlicher Adaptions- und Kalibrierungsstufen führt zu einem Detektionsverfahren, dass äußerst präzise, vielseitig anwendbar und darüber hinaus besonders fehlerfrei arbeitet. Natürlich ist es denkbar die ein oder andere Adaptionsstufe wegzulassen, wenn sie nicht ausdrücklich nötig ist, um Kosten zu sparen.

Ein Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals, wobei der Streulichtdetektor einen Integrationsverstärker als Streulichtsignalverstärker aufweist, in dem in der Kalibrierungsstufe die Integrationszeit des Integrationsverstärkers so eingestellt wird, dass das Streulichtsignal einem Referenzsignal eines Referenzmelders entspricht ist eine vorteilhafte Weiterbildung des eingangsgenannten Verfahrens. Durch die Veränderung der Integrationszeit ist eine sehr kostengünstige und automatisierbare Adapti-

on des Streulichtdetektors an ein Referenzsignal möglich. Es ist u.a. auch möglich diese Adaption durch eine Anpassung des Treiberstroms der Lichtquelle vorzunehmen - so dass die abgestrahlte Lichtenergie verändert wird -, was allerdings zu Lasten der Lebensdauer der Lichtquelle und einem erhöhten Energiebedarf erfolgt. Bei diesem 5 erfindungsgemäßen Verfahren bleibt der Treiberstrom der Lichtquelle konstant.

Die Sensibilität eines Streulichtdetektors kann erfindungsgemäß durch verschiedene 10 Verfahren verändert werden. Zum einen durch die Änderung der Impulsbreite des Treiberstroms der Lichtquelle. Unter Impulsbreite versteht man dabei die Dauer eines Lichtimpulses. Durch Verringerung der Impulsbreite wird die Sensibilität des Streulichtdetektors verringert, durch Vergrößerung der Impulsbreite wird die Sensibilität 15 heraufgesetzt. Die andere Möglichkeit ist die Veränderung der Integrationszeit eines eventuell vorhandenen Integrationsverstärkers, der als Streulichtsignalverstärker fungiert. Auch bei diesem Verfahren führt die Vergrößerung der Integrationszeit des Integrationsverstärkers zu einer höheren Sensibilität und die Verringerung der Integrationszeit zu einem Streulichtdetektor mit weniger empfindlichem Ansprechverhalten. Beide Verfahren zur Veränderung der Sensibilität eines Streulichtdetektors sind sehr 20 kostengünstig und Material schonend und erlauben beispielsweise auf einfache Weise eine Anpassung des Streulichtdetektors an veränderte. Dabei ist es natürlich möglich das sowohl die Änderung der Integrationszeit als auch die Änderung der Impulsbreite 25 stufenweise oder stufenlos erfolgt. Stufenweise, bedeutet hier beispielsweise eine feststehende Rasterung der Sensibilität in Prozentstritten, so dass der Streulichtdetektor auf 25, 50, 75 und 100 % Sensibilität oder 12, 25, 50, 100 % arbeitet. Die Einstellung dieser Sensibilitätsstufen erfolgt vorteilhafter Weise mittels Schaltmittel, z. B. 30 DIL-Schalter oder Jumper. Es ist natürlich auch möglich die Anpassung der Sensibilität über eine Kommunikationsschnittstelle, beispielsweise mittels eines PC oder in einem Netzwerk, durchzuführen. Auf diese Art und Weise ist eine Anpassung von Streulichtdetektoren bzw. eine Anpassung von gesamten Brandmeldeanlagen über eine Steuerungszentrale möglich.

Ob das Verfahren eine stufenweise oder stufenlose Anpassung der Integrationszeit oder der Impulsbreite erlaubt, hängt von den Randbedingungen der Überwachungsan-

lage ab. Um eine besonders effektive und sensible Überwachung zu gewährleisten, wie dies beispielsweise in Reinsträumen nötig ist, müssen Streulichtdetektoren schon bei der Gegenwart geringster Partikelmengen in der Luft ein Detektionssignal liefern, was demzufolge eine sehr feine Sensibilitätsanpassung nötig macht. Die Anpassung 5 der Sensibilität kann neben herkömmlichen Schaltern oder mittels Kommunikations-schnittstellen für PC oder Netzwerke natürlich auch drahtlos erfolgen.

Der Zusammenhang zwischen Temperatur und Lichtemission der Lichtquelle ist ein-gangs schon näher beschrieben worden. In der Temperaturkompensationsstufe wird 10 daher ein im Strömungspfad des Trägermediums angeordneter Temperatursensor zur Temperaturkompensation des Streulichtsignals verwendet. Das bedeutet, dass konti-nuierlich oder gepulst die Temperatur des Trägermediums bzw. der Umgebung ermit-telt wird, um eine Adaption der Lichtquelle, die im Streulichtdetektor Licht emittiert, vorzunehmen. Wird also ein Temperaturanstieg beim Trägermedium im Strömungs-pfad festgestellt, kann eine direkte Anpassung der Lichtquelle erfolgen, um eine kon-15 stante Lichtabstrahlung zu gewährleisten. Vorteilhafterweise wird diese Temperatur-kompensation durch die Änderung der Impulsbreite des Treiberstroms der dem Streu-lichtempfänger zugeordneten Lichtquelle vorgenommen. Das bedeutet, dass bei einem vom Temperatursensor erfassten Temperaturanstieg des Trägermediums, die Impuls-breite des Treiberstroms der Lichtquelle vergrößert wird. Wird statt dessen ein Tem-20 peraturabfall festgestellt, kann die Impulsbreite des Treiberstroms der Lichtquelle ver-ringert werden. In allen Fällen bleibt jedoch der Treiberstrom der Lichtquelle kon-stant.

25 Es ist von Vorteil, das Streulichtsignal vor dem Vergleich mit voreingestellten Schwell-werten, insbesondere Alarmschwellwerten, in Abhängigkeit seiner Steilheit unter-schiedlich zu filtern. Auf diese Art und Weise können Täuschungsgrößen erkannt, eli-miniert und eine Fehlalarmierung verhindert werden, da nur tatsächlich vorhandene Alarmgrößen, dass sind Größen die über einem betreffenden Schwellwert liegen zu 30 einem Alarmausgangssignal führen. Dabei wird beispielsweise berücksichtigt über welchen Zeitraum das Streulichtsignal einen Schwellenwert, insbesondere Alarm-schwellenwert überschreitet. Erst ab einer festgelegten Zeitspanne erfolgt dann die Ausgabe eines Alarmsignals. Die Tiefpassfilterung des Eingangssignals sobald dessen

Steilheit einen vordefinierten Schwellwert überschreitet führt darüber hinaus zu einer Streulichtdetektorvorrichtung mit einer sehr guten Signal-to-noise-ratio, da kurze, schnelle Ausschläge im Eingangssignal, wie sie häufig durch Luftverunreinigungen, d.h. geringe Mengen an Staubpartikeln im zu überwachenden Luftstrom, verursacht werden, nicht als Alarmwerte erkannt werden.

Eine weitere Möglichkeit bei einem Streulichtdetektor einen verbesserten Detektionsalgorithmus und weniger Fehlalarmierungen zu erlangen, ist die Bildung eines nachgeführten Kammerwertes. Dieser nachgeführte Kammerwert wird über einen längeren Zeitraum aus dem Kammerwert des Streulichtdetektors gemittelt. Die erfolgt in der Driftkompensationsstufe. Der Kammerwert ist das Streulichtsignal, dass sich ergibt, wenn kein Rauch im Streulichtzentrum des Streulichtdetektors vorhanden ist. Dieses Streulichtsignal bildet sich dabei vorzugsweise sowohl an Eigenreflektionsflächen des Detektors als auch auf Grund von Luftverunreinigungen aus. Die Mittelung dieses Kammerwertes in der Driftkompensationsstufe über ein oder mehrere, d. h. vorzugsweise 1 bis 3 Tage, führt also zu einem genauen Abgleich des Gerätes. Dieser gemittelte nachgeführte Kammerwert kann dann unter Betriebsbedingungen vom Streulichtsignal abgezogen werden. Man erhält somit ein Streulichtsignal ohne Fehler aus Luftverunreinigungen, Umgebungsbedingungen bzw. Eigenreflektionswerten des Detektors usw..

Zur Durchführung der oben genannten Verfahrensschritte wird ein Streulichtdetektor dargeboten, mit einem Gehäuse, mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung in dem Gehäuse, zwischen denen das Trägermedium das Gehäuse auf einem Strömungspfad durchströmt, mit einer Lichtquelle, die Licht auf ein auf dem Strömungspfad liegendes Streulichtzentrum richtet, mit einem Streulichtempfänger für einen Teil des im Streulichtzentrum an Partikeln gestreuten Lichts, und mit einem Streulichtsignalverstärker zum Verstärken des Streulichtsignals, wobei der Streulichtsignalverstärker als Integrationsverstärker ausgebildet ist. Die Verstärkung des Streulichtsignals hat natürlich den Vorteil, dass schon geringe Streulichtsignaländerungen detektiert werden können. Die Integration der während der Integrationszeit empfangenen Streulichtsignale hat zwei entscheidende Vorteile:

Zum einen entsteht ein Streulichtsignal größerer Amplitude, und zwar proportional zur Integrationszeit.

Zum anderen wird das Streulichtsignal gemittelt, was den Anteil an Rauschen verringert.

- 5 Dank der Integrationszeit kann das Streulichtsignal mit relativ einfachen Mitteln weiterverarbeitet werden. Folglich führt die Verwendung des Integrationsverstärkers als Streulichtverstärker bei einem Streulichtdetektor zu einer höchst sensiblen Vorrichtung, die sehr energieeffizient arbeitet.
- 10 Um eine Sensibilitätseinstellung am Streulichtempfängers vorzunehmen, sind vorzugsweise am Streulichtdetektor Schaltmittel vorgesehen. Um ein möglichst einfaches Umschalten am Gerät zu ermöglichen können diese Schaltmittel beispielsweise DIL-Schalter sein. Es ist jedoch auch möglich diese Schaltmittel als preisgünstige Jumperverbindungen auszuführen. Um die Anwenderfreundlichkeit und die Überwachungsmöglichkeiten zu erhöhen, ist es sinnvoll eine Kommunikationsschnittstelle, insbesondere zu einem PC oder einem Netzwerk vorzusehen. Dies erlaubt die zentralisierte Überwachung mehrerer Streulichtdetektoren bzw. deren Fehlerdiagnose. Dabei können die Kommunikationswege sowohl drahtlos als auch drahtgebunden zur Verfügung gestellt werden. Ebenfalls sinnvoll ist es daher einen Schalteingang zum Umschalten der Sensibilität des Streulichtempfängers vorzusehen.
- 15
- 20
- 25 Die Anordnung eines Temperatursensors im Strömungspfad des Trägermediums ermöglicht die eingangsgenannte Temperaturkompensation. Die Anordnung eines Strömungsmessers im Strömungspfad des Trägermediums, ermöglicht die zusätzliche Überwachung des Strömungsdetektors. Beispielsweise ist es nun möglich bei Detektion von starken Strömungsschwankungen ein Signal auszugeben, da diese auf eine Fehlfunktion des Detektors bzw. der Ansaugvorrichtung schließen lassen. Die Ausbildung des Luftstromsensors und/oder des Temperatursensors als thermoelektrische Bauteile stellt dabei eine kostengünstige und großenoptimierte Möglichkeit dar, den Streulichtdetektor mit hoch präzise arbeitenden Sensoren zu versehen.
- 30

Der Temperatursensor wird dabei sowohl zur Temperaturkompensation der erzeugten Lichtmenge als auch zur Temperaturkompensation des Strömungsdetektors verwendet. Dadurch kann ein zweiten Temperatursensor eingespart werden.

- 5 Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die durch die Abbildungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

10 Fig. 1 Eine geschnittene Seitenansicht eines Streulichtdetektors einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 Eine Draufsicht auf den entlang der Linie A-A geschnittenen Streulichtdetektor der Ausführungsform aus Fig. 1

15 Fig. 3 Eine Draufsicht auf einen geschnittenen Streulichtdetektor einer zweiten Ausführungsform;

20 Fig. 4 Eine Draufsicht auf einen geschnittenen Streulichtdetektor einer dritten Ausführungsform.

Fig. 5 Ein Eingangs-/Ausgangssignaldiagramm eines Streulichtdetektors;

25 Fig. 6 Ein Diagramm, dass die Veränderung der Impulsbreite des Treiberstroms einer Lichtquelle in Abhängigkeit der Temperatur darstellt.

In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleichwirkende Teile die selben Bezugsziffern verwendet.

- 30 Die im Folgenden beschriebenen drei Ausführungsbeispiele für einen Streulichtdetektor 1 sind darauf ausgerichtet, als Teil einer aspirativen Brandmeldeanlage zu dienen. Somit ist das in den Patentansprüchen beschriebene Trägermedium Luft. Diese Luft wird wie bei einer aspirativen Brandmeldeanlage üblich, mittels eines Lüfters ange-

saugt. Dabei ist es denkbar den Lüfter direkt am Gehäuse 10 des Streulichtdetektors 1 anzuhören oder aber auch innerhalb eines Luftkanalsystems vom Streulichtdetektor 1 entfernt anzubringen. Die in den Patentansprüchen formulierten Verfahren und Vorrichtungen sind in den folgenden drei Ausführungsformen implementiert bzw. verwendet.

5

10

15

20

25

30

Fig. 1 zeigt eine geschnittenen Seitenansicht eines Streulichtdetektors. Dieser umfasst ein Gehäuse 10 und damit verbunden eine Platine 40. Das Gehäuse 10 bildet dabei eine Einlassöffnung 3 und eine Auslassöffnung 5 aus. An die Einlassöffnung 3 ist ein Lüftergehäuse 6 angebunden, dass einen Lüfter enthält (nicht dargestellt) der für einen Luftstrom 8 sorgt, der den Detektor 1 entlang einem Strömungspfad 7 durchströmt. In diesem Fall wird ein Luftstrom 8 erzeugt, der den Streulichtdetektor 1 von der Einlassöffnung 3 zur Auslassöffnung 5 durchströmt. Es ist natürlich auch denkbar, dass der im Lüftergehäuse 6 vorgesehene Lüfter die Luft ansaugt und somit ein Luftstrom 8' erzeugt wird der in entgegengesetzter Richtung den Streulichtdetektor 1 durchströmt. Um den Einfall von Fremdlicht von außen zu vermeiden, weist der Streulichtdetektor 1 auf beiden Seiten Lichtfallen 30; 32 auf. Weiter ist der Streulichtdetektor 1 mit einer Lichtquelle 9 ausgestattet die einen Lichtkegel 20 auf ein Streulichtzentrum 11 richtet, welches auf dem Strömungspfad 7 liegt. Des weiteren umfasst der Detektor 1 einen Empfänger 13 in Form einer Fotodiode. Des weiteren ist eine Blende 26 zwischen Leuchtdiode 9 und Streulichtempfänger 13 vorgesehen, die verhindert, dass das von der Lichtquelle 9 ausgestrahlte Licht direkt auf den Streulichtempfänger 13 trifft.

In Fig. 2 ist das erste Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 in einer geschnittenen Draufsicht dargestellt. Die Schnittführung entspricht dabei der in Fig. 1 dargestellten Schnittlinie A-A. Luft, die den Streulichtdetektor 1 von der Einlassöffnung 3 zur Auslassöffnung 5 durchströmt, passiert dabei das Streulichtzentrum 11. Eventuell im Luftstrom 8 vorhandene Kleinstpartikel reflektieren dabei das von der Lichtquelle 9, in diesem Fall eine LED oder eine Laserdiode emittierte Licht auf den Streulichtempfänger 13, was dann nach überschreiten vorher festgelegter Schwellenwerte ein Detektionssignal bewirkt. Im Strömungspfad 7 des Streulichtdetektors 1 ist zusätzlich ein Luftstromsensor 25 und ein Temperatursensor 23 angeordnet. Der Luftstromsensor 25 dient dabei der

Überprüfung ob ein kontinuierlicher oder sonst irgendwie bestimmter Luftstrom 8 den Streulichtdetektor 1 durchströmt. Bei Luftstromschwankungen ist es beispielsweise möglich, ein dementsprechendes Strömungssignal auszugeben. Der Temperatursensor 23 überwacht die Temperatur im Luftstrom 8, der den Streulichtdetektor 1 entlang des Strömungspfades 7 durchströmt, um beispielsweise eine Temperaturkompensation zu ermöglichen. Auf die Temperaturkompensation wird in Fig. 6 noch näher eingegangen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen beide eine geschnittene Draufsicht auf je einen weiteren Streulichtdetektor. Diese beiden Ausführungsformen sind als Ausführungsform zwei und drei bezeichnet. Der hier dargestellte geschnittene Streulichtdetektor weist wiederum die Lichtquelle 9 und den Empfänger 13, wobei der Lichtkegel 20 der Lichtquelle 9 und ein Empfängerkegel 22 des Streulichtempfängers 13 überkreuz (wie beim ersten Ausführungsbeispiel) und für einen bestimmten Abschnitt auf der Mittellinie 58 des Strömungspfades 7 verlaufen. Der den Strömungspfad 7 leitende Strömungskanal weist dabei sowohl vor dem Streulichtzentrum 11 als auch hinter dem Streulichtzentrum 11 eine Biegung auf. Die so gebildeten Lichtfallen 30 und 32 verhindern, wie schon beim ersten Ausführungsbeispiel, das Eindringen von Fremdlicht von außen. Darüber hinaus weist die zweite Ausführungsform in Fig. 3 Blenden 26 und 28 auf, die die Reflektion des von der Lichtquelle 9 emittierten Lichts direkt in den Streulichtempfänger 13 verhindern. Ein Temperatursensor 23 und ein Luftstromsensor 25 sind hier ebenfalls auf der Mittellinie 58 des Strömungspfades 7 angeordnet, um die für die Detektion relevanten Kalibrierungs- und Überwachungsdaten zu sammeln.

Die in Fig. 4 gezeigte dritte Ausführungsform eines Streulichtdetektors weist wie die zuvor gezeigten Ausführungsformen Lichtfallen 30 und 32 auf. Die Lichtquelle 9 bzw. der Empfänger 13 sind mit ihren Mittelachsen 18 bzw. 14 so ausgerichtet, dass diese für einen bestimmten Abschnitt – nämlich bis zu den beiden Biegungen 30;32 des Strömungspfades 7 – parallel zu oder auf der Mittellinie 58 des Strömungspfades 7 verlaufen. Wiederrum sind bei dieser Ausführungsform Blenden 26 und 28 vorgesehen, die die Detektion von Fehlgrößen verhindern. Im Bereich der Einlassöffnung 3 sind in dem dort ausgebildeten Strömungskanal ebenfalls wieder ein Luftstromsensor 25 und ein Temperatursensor 23 angeordnet. Ein Luftstrom 8, der den Streulichtde-

tektor 1 durchströmt, wird so vor Erreichen des Streulichtzentrum 11 auf seine Temperatur und seine Strömungsgeschwindigkeit überprüft.

Die Verfahrensschritte wie sie in den vorliegenden Patentansprüchen beschrieben sind, finden in den vorgehend beschriebenen Streulichtdetektoren 1 ihre Anwendung. Dabei ist es möglich, dass das von dem Streulichtempfänger 13 empfangene Streulichtsignal in beliebiger Reihenfolge eine Kalibrierstufe, Driftkompensationsstufe, eine Temperaturkompensationsstufe, eine Sensibilitätseinstellungsstufe oder eine Filteralgorithmusstufe durchläuft. Die Kalibrierstufe und die Driftkompensationsstufe dienen dabei der Adaption des jeweiligen Streulichtempfängers, u.a. an unterschiedliche Trägermedien, die den Strömungsdetektor durchströmen, wobei zur Kalibrierung von einem „Grundverschmutzungsgrad“ auszugehen ist, wie er am jeweiligen Einsatzort unter Normalbedingungen vorzufinden ist. Natürlich muss ein Streulichtdetektor der in Büroräumen verwendet wird auf eine anderen Sensibilität 8 kalibriert werden als ein Streulichtdetektor, der in Reinräumen verwendet wird. In der Kalibrierungsstufe und/oder der Driftkompensationsstufe wird dem Rechnung getragen. Bei der Driftkompensationsstufe wird der sogenannte Kammerwert, das Streulichtsignal das vom Streulichtempfänger 13 detektiert wird wenn kein Rauch oder ähnliche Fremdstoffe, die einen Alarm auslösen könnten, im Streulichtzentrum 11 vorhanden ist, über einen längeren Zeitraum, dass bedeutet meist ein bis drei Tage, gemittelt. Dieser sogenannte nachgeführte Kammerwert wird dann um den Nullpunkt des Streulichtdetektors 1 zu definieren vom detektierten Streulichtsignal abgezogen. Eine Anpassung an die Temperatur des Luftstroms 8 ist in Folge des vom Temperatursensor 23 empfangenen Temperatursignals möglich. Hier wird wie Eingangs erwähnt, der Tatsache Rechnung getragen, dass bei steigender Temperatur die von der Lichtquelle 9 emittierte Lichtleistung nachlässt. Um nun eine, von der Temperatur unabhängige, Detektionsleistung des Streulichtdetektors 1 zu erzielen, wird in der Temperaturkompensationsstufe eine dementsprechende Anpassung vorgenommen. Das bei den verschiedenen Ausführungsformen vom Streulichtempfänger 13 detektierte Streulichtsignal wird darüber hinaus in einer Filteralgorithmusstufe unterschiedlich gefiltert. Dabei ist es denkbar das Streulichtsignal vor dem Vergleich mit den voreingestellten Schwellenwerten, die zu einem Alarmsignal führen, in Abhängigkeit seiner Steilheit zu filtern um eventuell vorhandene Fehlsignale zu eliminieren.

Um bei allen drei Streulichtdetektoren eine möglichst genaue und sensible Überwachung des Luftstroms 8 zu gewährleisten, sind die verschiedenen Ausführungsbeispiele mit einem Streulichtverstärker versehen (nicht dargestellt), der beispielsweise in

- 5 Form eines Integrationsverstärkers das vom Streulichtempfänger 13 detektierte Streulichtsignal verstärkt. Dieser Integrationsverstärker ermöglicht dabei beispielsweise durch die Veränderung der Integrationszeit eine Veränderung der Sensibilität des Streulichtempfängers 1. Je größer die Integrationszeit dabei gewählt ist, desto sensibler arbeitet der Streulichtdetektor 1. Diese Änderung kann dabei stufenweise oder
10 stufenlos erfolgen.

Fig. 5 zeigt ein Signaleingangs-/Ausgangsdiagramm für die Filteralgorithmusstufe. Das Eingangssignal 2 entspricht dabei einem ungefilterten Signal, wie es vom Streulichtempfänger 13 im Streulichtdetektor 1 detektiert wird. Das Ausgangssignal 4 ent-

- 15 spricht dagegen einem bereits unter Verwendung spezieller Filteralgorithmen veränderten Signal. Zu erkennen sind hier im Eingangssignal 2 vier Spitzenwerte A, B, C, D, wobei nur der Spitzenwert C über einen längeren Zeitraum den Schwellenwert „1“ überschreitet, wodurch ein Alarm bzw. ein Detektionssignal ausgelöst wird. Die sogenannten Täuschungsgrößen A, B und D werden dagegen vom Filteralgorithmus gekappt und führen nicht zu einem Alarmsignal. Dabei ist zu beachten dass die Täuschungsgrößen B und D zwar auch den Schwellenwert „1“ überschreiten, diese Überschreitung allerdings nicht lange genug vorliegt und so vom internen Filter nicht als
20 Alarmgröße erkannt und somit gekappt wird. Durch eine angepasste Filteraufstellung kann so ein Streulichtdetektor optimal an Umgebungsbedingungen o.ä. abgestimmt
25 werden.

In Fig. 6 ist eine Möglichkeit für die Temperaturkompensation der drei Strömungsdetektoren aus den Figuren 1 bis 3 dargestellt. Gezeigt ist dabei zum einen in Bild 6.1 ein Diagramm des gepulsten Betriebs der Lichtquelle 9. Unter Normalbetrieb weist dies eine Impulsphase 50 mit einer Impulsbreite von beispielsweise drei Millisekunden, gefolgt von einer Ruhephase 52 von einer Sekunde auf. Da bei steigender Temperatur die emittierte Lichtleistung nachlässt, muss zur Kompensation die zugeführte elektrische Leistung angehoben werden, um eine konstante Sensibilität zu gewährleisten.

Umgekehrt muss bei einem Temperaturabfall die zugeführte elektrische Leistung (Energie oder Zeit) sinken. Wird vom Luftstromsensor 25 ein Temperaturabfall festgestellt, ist es möglich, wie dies in den Figuren 6.2 und 6.3 dargestellt ist, die Impulsbreite der Impulsphase 50 sukzessive zu verringern, um eine konstante Lichtabstrahlung der Lichtquelle 9 zu bewirken. Der Treiberstrom der Lichtquelle 9 bleibt dabei konstant.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als erfindungswesentlich beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

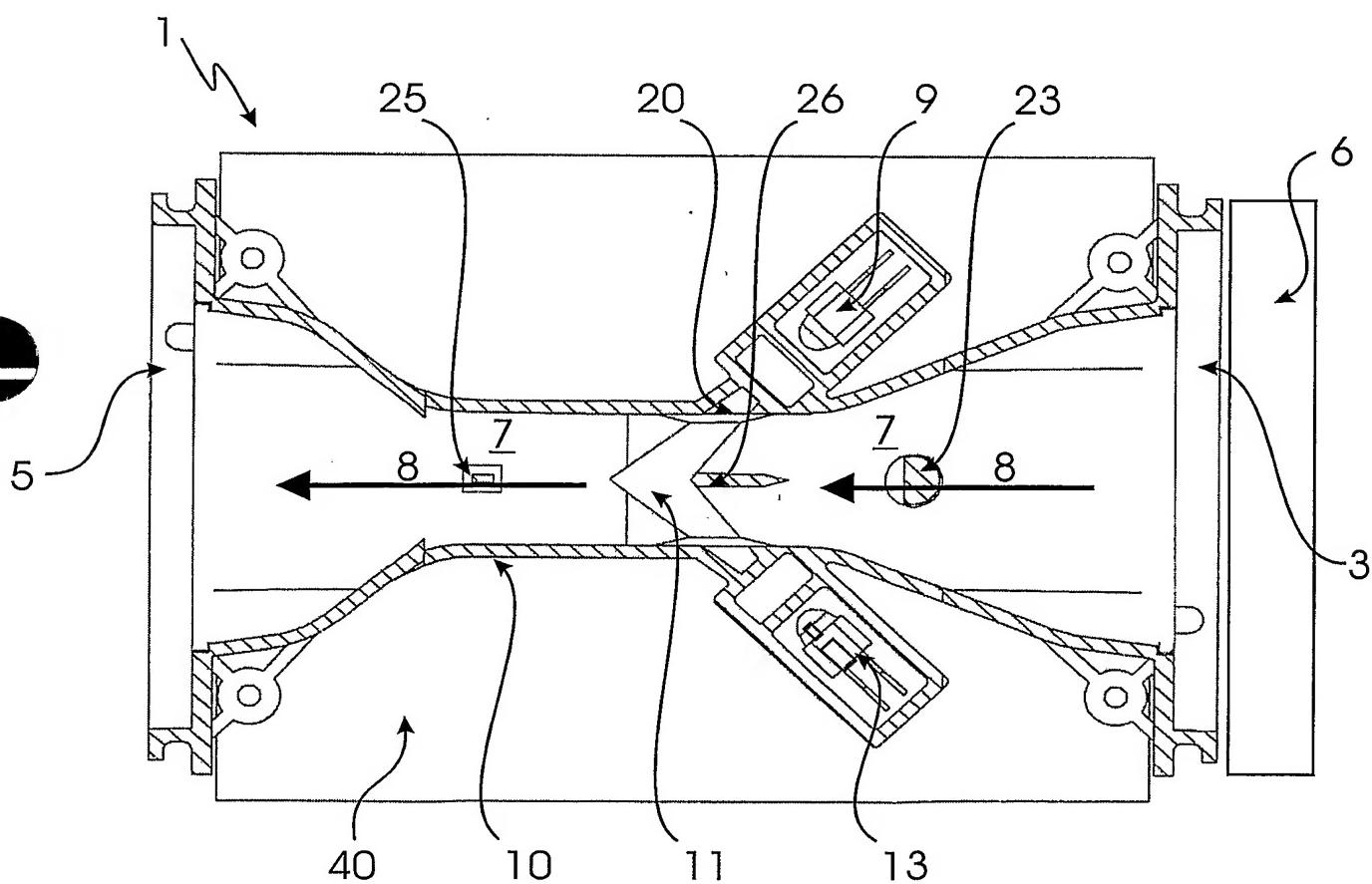
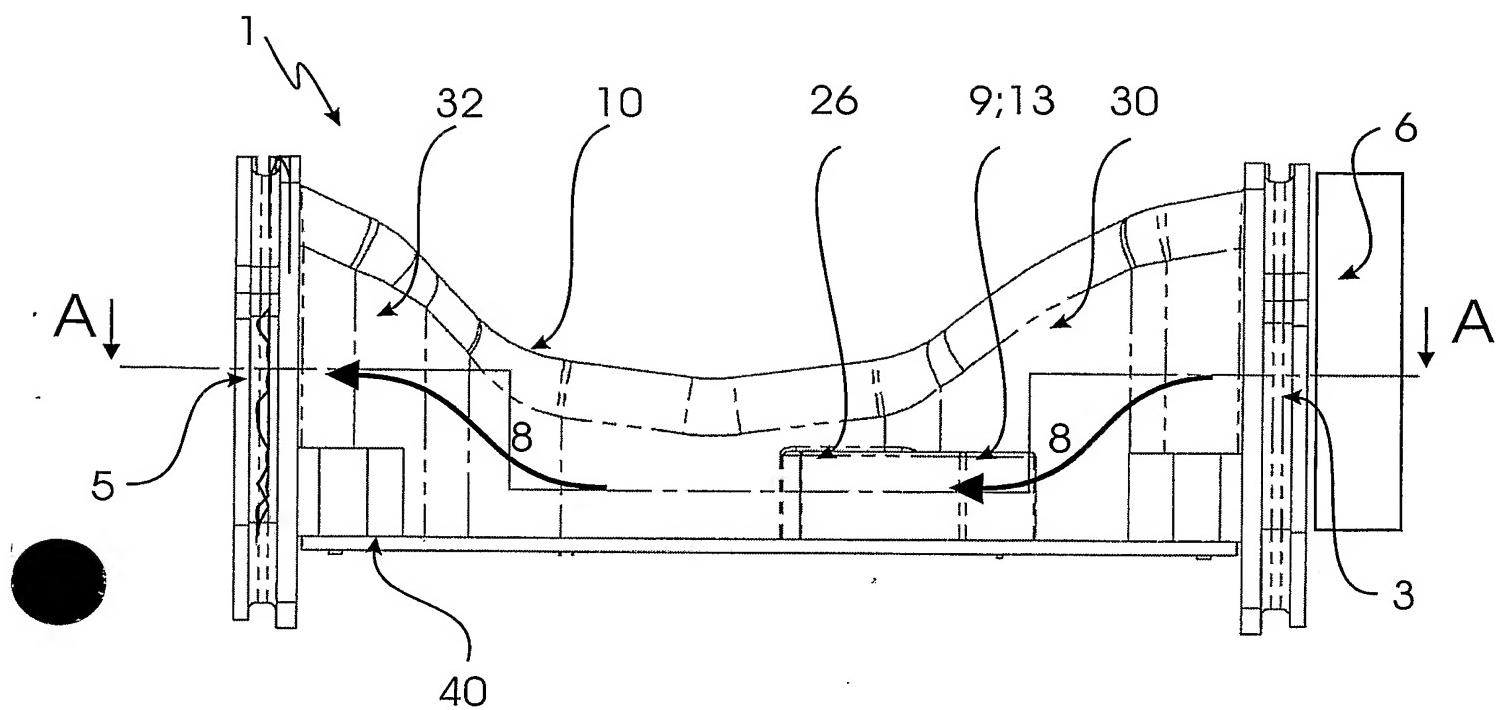
Bezugszeichenliste

| | | |
|----|----|----------------------------|
| 15 | 1 | Detektor |
| | 2 | Eingangssignal |
| | 3 | Einlassöffnung |
| | 4 | Ausgangssignal |
| | 5 | Auslassöffnung |
| 20 | 6 | Lüftergehäuse |
| | 7 | Strömungspfad |
| | 8 | Luftstrom |
| | 9 | Lichtquelle |
| | 10 | Gehäuse |
| 25 | 11 | Streulichtzentrum |
| | 13 | Streulichtempfänger |
| | 14 | Mittelachse |
| | 17 | Streulichtsignalverstärker |
| | 18 | Mittelachse |
| 30 | 20 | Lichtkegel |
| | 22 | Empfängerkegel |
| | 23 | Temperatursensor |
| | 25 | Strömungsmesser |

17

- | | |
|------|---------------------------------|
| 26 | Blende |
| 28 | Blende |
| 30 | Lichtfalle |
| 32 | Lichtfalle |
| 5 40 | Platine |
| 50 | Impulsphase |
| 52 | Ruhephase |
| 58 | Mittellinie des Strömungspfades |

10



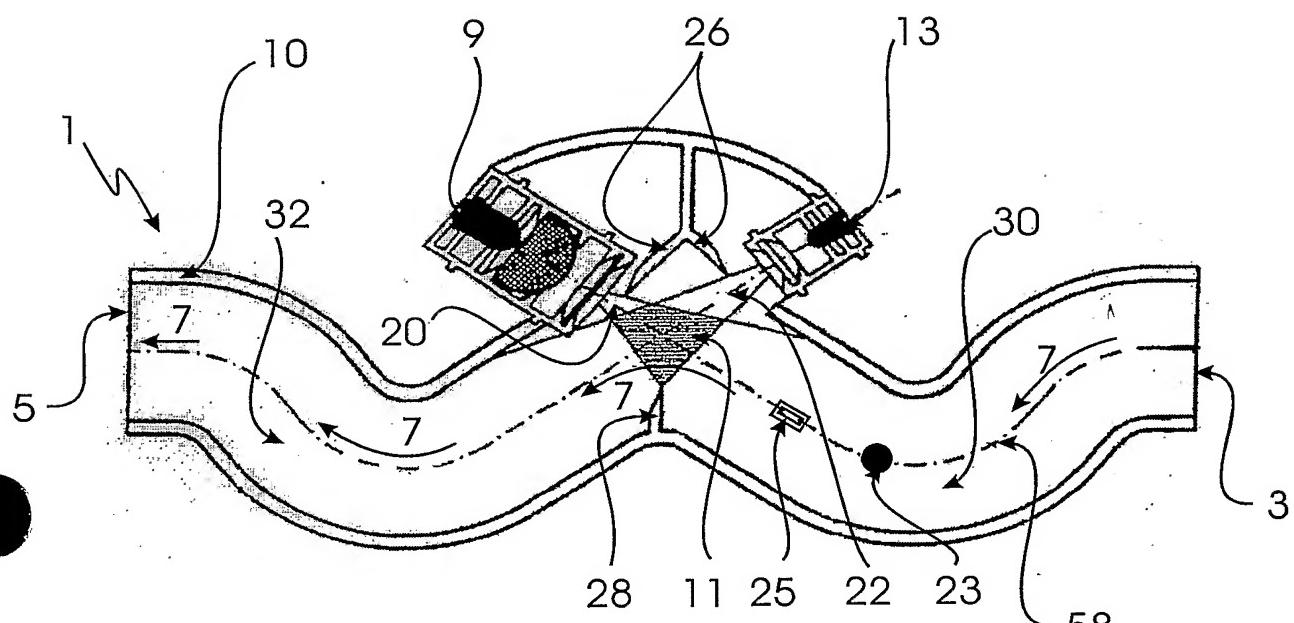


FIG. 3

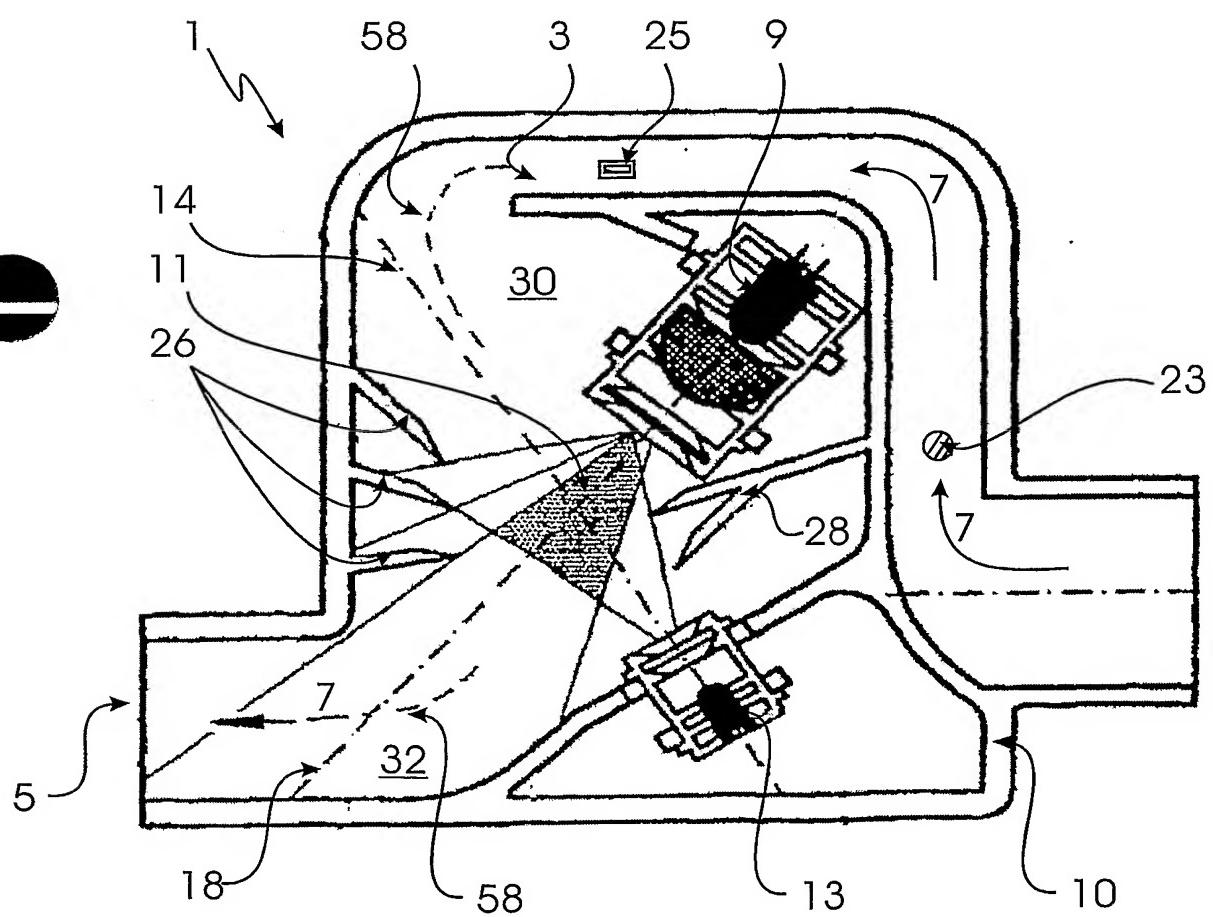


FIG. 4

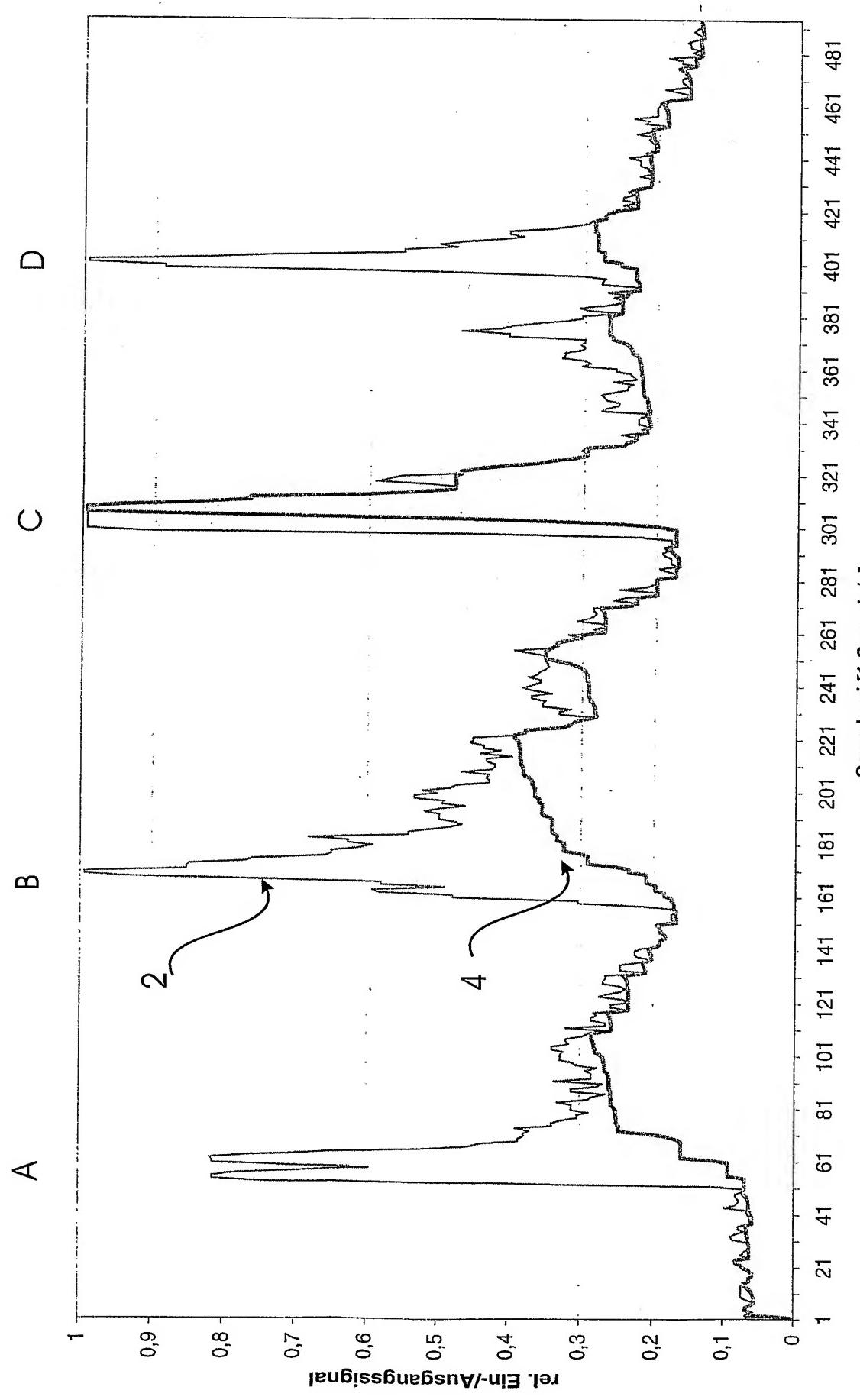


FIG. 5

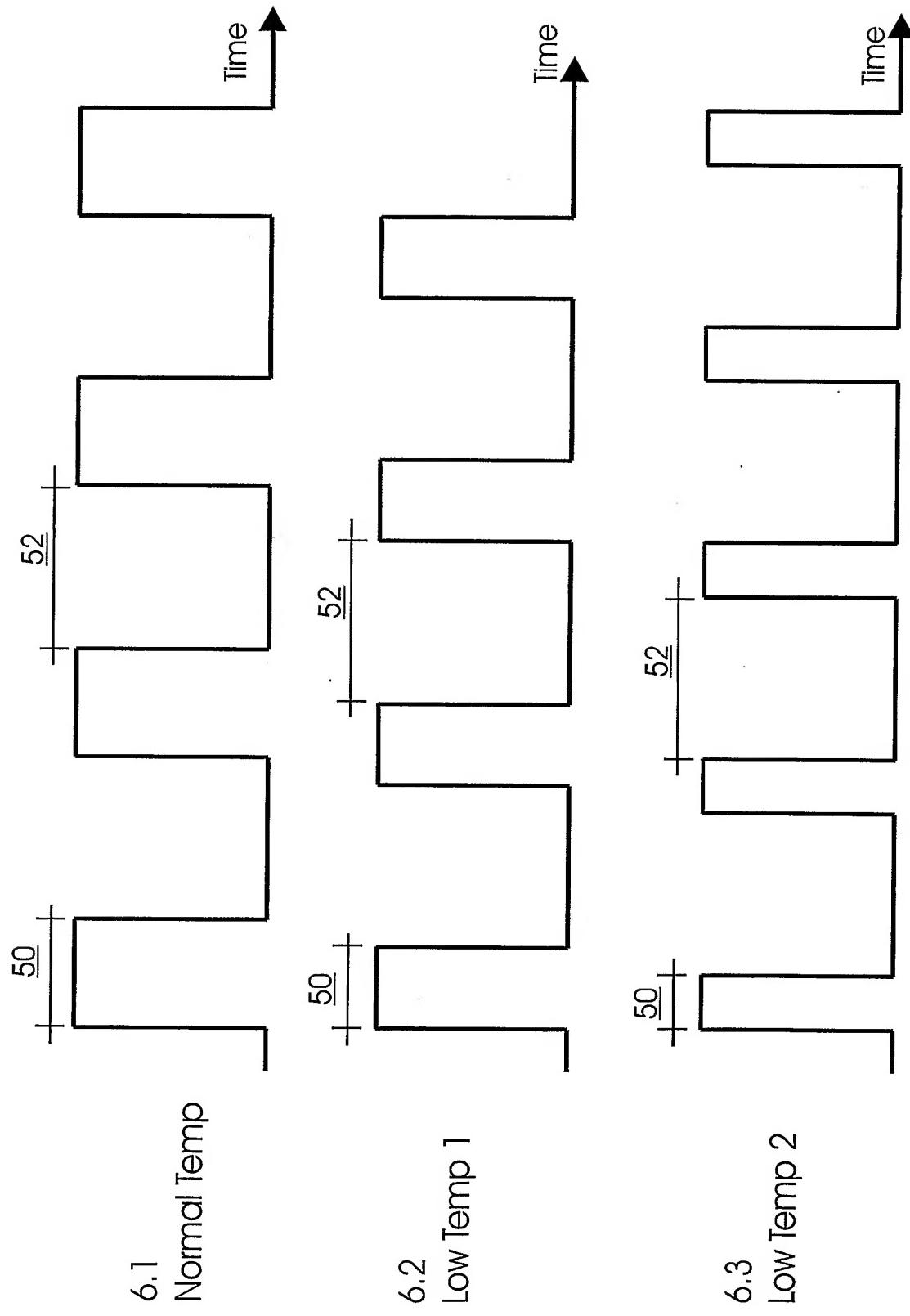


FIG. 6

MEISSNER, BOLTE & PARTNER GBR
Postfach 860624
81633 München

WAGNER Alarm- und Sicherungssysteme
GmbH
Schleswigstraße 5
30853 Langenhagen
Deutschland

27. Januar 2004
M/WAS-088-DE
MB/RU/KY/cs2

"Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals und Streulichtdetektor zur Durchführung des Verfahrens"

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung eines Streulichtsignals, welches von einem Streulichtempfänger beim Detektieren von insbesondere feinen Partikeln in einem Trägermedium erzeugt wird. Das Streulichtsignal durchläuft dabei wahlweise oder nacheinander in beliebiger Reihenfolge eine Kalibrierstufe, eine Driftkompensationsstufe, eine Temperaturkompensationsstufe, eine Sensibilitätseinstellungsstufe oder eine Filteralgorithmusstufe.

5

Des weiteren betrifft die Erfindung einen Streulichtdetektor zur Durchführung des obigen Verfahrens, mit einem Gehäuse, mit einer Einlassöffnung und einer Auslassöffnung in dem Gehäuse, zwischen denen das Trägermedium das Gehäuse auf einem Strömungspfad durchströmt, mit einer Lichtquelle, die Licht auf ein auf dem Strömungspfad liegendes Streulichtzentrum richtet, mit einem Streulichtempfänger für einen Teil des im Streulichtzentrum an Partikeln gestreuten Lichts, und mit einem Streulichtsignalverstärker zum Verstärken des Streulichtsignals, wobei der Streulichtsignalverstärker als Integrationsverstärker ausgebildet ist.

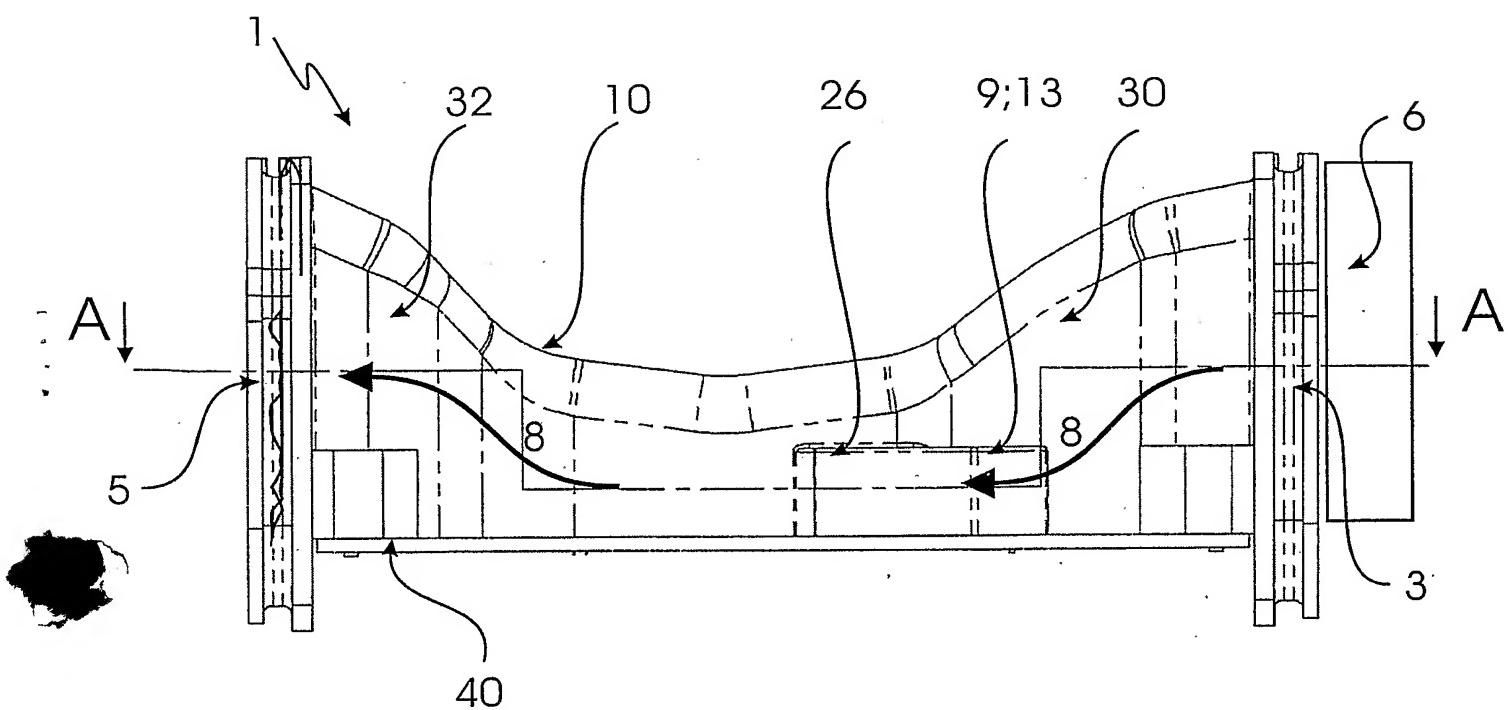


FIG. 1